

講座

パルスパワー技術入門

Introduction of Pulsed Power Technology

1. はじめに

江 偉 華

長岡技術科学大学極限エネルギー密度工学研究センター

(原稿受付：2010年11月16日)

パルスパワー技術は、比較的新しい電気工学分野として、これまでに核融合関連研究で育ち、高出力レーザーや高エネルギー粒子ビームの発生に貢献し、最近材料と環境などの分野で応用を展開している。

パルスパワー技術は、基本的に電磁エネルギーの操作に関する学問である。この操作によって、限られたエネルギーを用いて、独特な状態や現象を創り出すことができ、ほかの技術で得られない臨界条件に達することができる。このため、パルスパワー技術は、先端科学技術研究の手段として重要な地位を占め、今後エネルギー利用の高度化とともに一般産業にも普及していくと考えられる。

本講座は、パルスパワーの発生と応用に関する基礎的知識についてわかりやすく解説することを目的としている。対象読者を初めてパルスパワーのことについて学ぶ学生や関連分野の初心者と想定しているため、最も基本的な内容からスタートし、ステップバイステップで進んでいく。さらに誰でも実践できるような簡単なパルス発生回路例を用いてその作り方について説明し、理解を深める。最後にパルスパワー技術の応用について最新の開発現状について紹介する。

本講座の構成は次のとおりである。

1. はじめに (江 偉華 (長岡技科大))

2. パルスパワー技術の歴史とその仕組み
(江 偉華 (長岡技科大))

パルスパワー技術の発展歴史と基本動作原理について解説する。電磁エネルギーの蓄積およびその時間幅の圧縮と成形について詳しく述べるとともに代表的なスイッチングデバイスについて紹介する。

3. パワー半導体デバイスの役割
(江 偉華 (長岡技科大), 高木浩一 (岩手大))

パルスパワーの発生におけるパワー半導体デバイスの重要性とその使い方について説明する。近年急速に発展してきたパワー半導体デバイスの中から代表的なもの (IGBT, MOSFET, Thyristor 等) について解説し、それぞれの駆動方法と多直並列使用の場合の回路方式について説明する。

4. パルスパワー発生回路の設計と実践
(高木浩一 (岩手大), 佐久川貴志 (熊本大), 上野崇寿 (大分高専), 秋山雅裕 (熊本大))

“一家に一台パルスパワー装置を!” を目標に、パルスパワー発生回路の設計原理を説明し、簡単な回路の設計、組立、動作評価過程について説明する。パルス化、昇圧・圧縮、制御に分け、実物写真や実測波形も用いてステップバイステップで解説する。

5. パルスパワー技術の応用
(勝木 淳 (熊本大), 浪平隆男 (熊本大), 高木浩一 (岩手大))

さまざまな分野におけるパルスパワー技術の応用例を紹介する。最近特に注目される環境分野 (排ガス処理, 廃液処理とオゾン生成), 医療分野 (細胞操作, がん治療と滅菌), および生物分野 (植物刺激による成長過程の促進や抑制) について、技術概要と開発現状をまとめて説明する。

6. おわりに (勝木 淳 (熊本大))

様々な応用をめざして開発されたパルスパワー発生装置は広いパラメーター空間をカバーしているが、すべて同じ基本原理に基づいている。最近、主要素子と関連部品の進化によって、小型パルスパワー発生器は比較的作りやすくなってきた。本講座はこの点に留意して説明している。本講座を通じて、自分でも小型パルスパワー発生器を作っ

みたいと考えてほしい。そしてこの作る過程を通じてパルスパワーの考え方についてさらに理解し、動作原理をマスターすることを期待している。

一方、広いパラメーター空間に対応するパルスパワーコンポーネントは大きく変化する。例えば、スイッチングデバイスとして、高電圧・大電流に対応できるものには気体ギャップスイッチがあり、高繰り返し動作に対応できるも

のには半導体スイッチがある。パルスパワー発生器の設計は、コンポーネントの許容限界に強く依存し、コンポーネントの特徴を最大限に発揮することを常に目標としている。したがって、今後コンポーネント関連技術の発展によってパルスパワー発生器の設計手法と出力特性はさらに進化し、より広範囲な応用が可能となることを期待している。